

**Untersuchungen zur Kreislaufdynamik
bei Hypertonikern in den verschiedenen
Altersstufen**

von

Gisela Dandorfer, geb. Rinke

aus

Würzburg

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. C. Korth

**Untersuchungen zur Kreislaufdynamik
bei Hypertonikern in den verschiedenen
Altersstufen**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Gisela Dandorfer, geb. Rinke
aus
Würzburg

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen
Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. C. Korth

Untersuchungen zur Kreislaufdynamik
bei Hypertonikern in den verschiedenen
Altersstufen



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Dekan: Prof. Dr. Dr. H. Pauly

Referent: Priv.-Doz. Dr. E. Lang

Korreferent: Prof. Dr. C. Korth

Tag der mündlichen Prüfung: 24. Juli 1973

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. EINLEITUNG	1
II. BEGRIFFSBESTIMMUNG	2
III. MATERIAL UND METHODIK	4
1. Untersuchungsgut	4
2. Untersuchungsgang	4
3. Statistische Methode	6
IV. ERGEBNISSE	8
1. Der Blutdruck	8
2. Schlagvolumen	16
3. Herzarbeit und Herzleistung	19
4. Peripherer Widerstand, Elastischer Widerstand, Dämpfungsfaktor E'/W , Pulswellengeschwindigkeit	24
V. DISKUSSION	34
VI. ZUSAMMENFASSUNG	37
VII. LITERATURVERZEICHNIS	38

I. E I N L E I T U N G

Bei der Hypertonie lassen sich an den Gefäßen eine Vielzahl von Änderungen funktioneller und morphologischer Art feststellen. Eine Folge davon ist die Änderung der Hämodynamik. Von dieser Tatsache ausgehend haben sich schon viele Autoren mit der Hämodynamik bei Normotonikern und Hypertonikern befaßt (BLUMBERGER (2,3,4), BÜGER (1), EMMERICH (9), WOLLHEIM (29), HERKEL (10)). Auch über die Kreislaufdynamik in der Abhängigkeit vom Alter wurden Beobachtungen veröffentlicht (WEZLER (27), BÜRGER (7), EMMERICH (9)).

In dieser Arbeit wird versucht, Zusammenhänge zwischen Hypertonie, Kreislaufdynamik und Lebensalter aufzuzeichnen. Im einzelnen werden der mittlere Blutdruck, Schlagvolumen, Herzarbeit, Herzleistung, Peripherer Gesamtwiderstand, Elastischer Widerstand, Dämpfungsfaktor, und Pulswellengeschwindigkeit im Zusammenhang mit der Hypertonie und Lebensalter untersucht.

II. BEGRIFFSBESTIMMUNG

Über die normalen Blutdruckwerte und ihre Grenzen zur Hypertonie gibt es keine völlig übereinstimmende Aussagen. Doch läßt sich die Mehrzahl der Autoren so interpretieren, daß Werte unter 140/90 mm Hg als normal gelten, darüberliegende Werte der Hypertonie zuzurechnen sind. Außerdem ist eine relative Blutdrucksteigerung mit zunehmendem Alter sichergestellt. Solche Aussagen können verständlicherweise nur als grobe Anhaltspunkte dienen, denn für jedes Lebensalter läßt sich ein Normalwert ermitteln.

Unter Hämodynamik verstehen wir Strömungs- und Druckverhältnisse im arteriellen System, wobei wir mehrere Parameter unterscheiden.

Die Pulswellengeschwindigkeit (m/sec) ist ein Maß für die Dehnbarkeit des Windkessels. Je starrer die Gefäßwand, umso höher ist die Pulswellengeschwindigkeit (SCHÜTZ 21). Anhand der Pulswellengeschwindigkeit kann man sich über die Elastizität der Gefäßwand orientieren (LUDWIG 14).

Unter mittlerem Blutdruck (mm Hg) versteht man den durchschnittlichen Wert des Drucks während einer bestimmten Zeitspanne, z.B. während eines ganzen Pulses oder einer Serie von Pulsen (BAUEREISEN 1). Aus der Zahl der Pulse pro Minute errechnet sich die Pulsfrequenz. Ein weiterer Parameter ist das Schlagvolumen (cm³). Es ist die Blutmenge, die das Herz bei jeder Kontraktion auswirft. Der Periphere Widerstand (dyn · x sec/cm⁵) ist ein echter Widerstand entsprechend dem Ohm'schen Widerstand in der Elektrizitätslehre. Er ist der Kraft des Herzens entgegengesetzt,

und seine Größe hängt ab vom Bau und dem funktionellen Verhalten der Peripherie (MEINERS 18). Der Elastische Widerstand (dyn/cm^5) dagegen ist eine Größe, die die elastischen Eigenschaften eines Windkessels kennzeichnet (MEINERS 18). Der Quotient aus den beiden letzten Parametern E'/W ist ein Maß für die Dämpfung des arteriellen Systems (BÖGER 6). Er bewirkt quasi die Rückstellkraft des elastischen Speichers (WEZLER 26).

Die Arbeit des einzelnen Herzschlags, die Herzarbeit mkg, besteht in der Austreibung einer bestimmten Blutmenge, des Schlagvolumens, unter einem bestimmten Druck (LUEKEN 15). Als Herzleistung (mkg/sec) ergibt sich folglich als Herzarbeit in einer bestimmten Zeiteinheit (DEPPE 8).

III. MATERIAL UND METHODIK

1. Untersuchungsgut

Unser Patientenkollektiv bestand aus 298 Personen im Alter von 20 - 79 Jahren, davon 147 männlich und 151 weiblich. Klinisch handelt es sich um einen essentiellen oder nephrogenen Hochdruck. Zwischen beiden Hochdruckformen wurde nicht unterschieden.

2. Untersuchungsgang

Die Untersuchung erfolgte am ausgeruhten, liegenden Patienten, nach solanger Ruhezeit, bis Puls und Blutdruckwerte konstant blieben.

Zur Registrierung des EKG's wurde den Patienten an jede Extremität je eine Elektrode angelegt. Die Pulskurven wurden mit je einem BOUCKE-BRECHT Pulsabnehmer an der arteria carotis und arteria femoralis registriert. Ein Herzschallmikrophon wurde am Erb'schen Punkt, eine Blutdruckmanschette am linken Oberarm angebracht. Ein 6-fach Registriergerät der Fa. Siemens, Typ Cardirex, diente uns für unsere Aufzeichnungen. Die Registriereschwindigkeit des Papiers betrug 50 mm/sec. Der Blutdruck wurde nach RIVA ROCCI unmittelbar nach der Registrierung gemessen.

Die Kreislaufdynamischen Parameter wurden nach BROEMSER und RANKE gemessen bzw. errechnet, wobei wir uns an LINKE (11) orientierten.

1. Pulswellengeschwindigkeit: $c = \frac{ds}{dt}$ (cm/sec), wobei
 ds = Länge des Ausgewerteten Windkessels = Strecke
 Jugulum-Abnahmestelle der femoralispulskurve in cm,
 minus Strecke Abnahme der carotispulskurve-Jugulum
 in cm. dt = Verspätungszeit, welche vom Erscheinen
 der Pulswelle an der Abnahmestelle der arteria
 carotis bis zum Auftreten der Pulswelle an der Ab-
 nahmestelle der arteria femoralis verstreicht in
 msec.
2. Volumenelastizität $E' = \frac{2g \times c}{Q \times S}$, wobei g = Viskosi-
 tätskonstante des Blutes = 1,06.Q/Aortenquerschnitt,
 wird von einer Tabelle von SUTER (52) entnommen, in
 cm^2 , Systolendauer wird gemessen vom Fußpunkt des
 Steilanstiegs der Carotispulskurve bis zur Incisur
 (msec).
3. Schlagvolumen (cm^3), $VS = \frac{Q \times dp \times S \times T}{2 \times c \times D}$, wobei
 T = Pulsperiodendauer, von Fußpunkt zu Fußpunkt
 zweier Carotispulscurven in msec.
 D = Diastolendauer = T minus S (msec)
4. Der mittlere Blutdruck, $p_m = p_d + 0,43 \times dp$ (mmHg)
5. Der Periphere Widerstand $W = \frac{1,33 \times p_m \times T}{Vs}$
6. Dämpfungsfaktor $\frac{E'}{W}$
7. Herzarbeit $HA = 1,33 \times Vs \times p_m$ (mkg)
8. Herzleistung $HL = \frac{1,33 \times Vs \times p_m}{T}$ (mkg/sec)
9. Frequenz, $F = \frac{60}{T}$

3. Statistische Methode

Die Auswahl des Untersuchungsgut erfolgte aufgrund der Tabelle aus Documenta GEIGY (Basel 1960, 30), die statistische Ergebnisse mehrerer Autoren zur Grundlage hat (MASTER et al. 17).

Alter	Systolisch				Diastolisch			
	M		F		M		F	
	m	s	m	s	m	s	m	s
20-24	123	13,8	116	11,8	76	9,9	72	9,7
24-29	125	12,6	117	11,4	78	9,0	74	9,1
30-34	126	13,6	120	14,0	79	9,7	75	10,8
35-39	127	14,2	124	13,9	80	10,4	78	10,0
40-44	129	15,1	127	17,1	81	9,5	80	10,6
45-49	130	16,9	131	19,5	82	10,8	82	11,6
50-54	135	19,2	137	21,3	83	11,3	84	12,4
55-59	138	18,8	139	21,4	84	11,4	84	11,7
60-64	142	21,1	144	22,3	85	12,4	85	13,0
65-69	143	26,0	154	29,0	83	9,9	85	13,8
70-74	145	26,3	159	25,8	82	15,3	85	15,3
75-79	146	21,6	158	26,3	81	12,9	84	13,1

Wie aus der Tabelle ersichtlich, erfolgte eine Einteilung in 5-Jahres-Altersgruppen. Für Männer und Frauen sind hier die Mittelwerte des systolischen und diastolischen Blutdrucks und die jeweiligen Standardabweichungen festgelegt. Da nach MASTER der "klinische Normalbereich" $m \pm 1,282 s$ ist, haben wir unsere untere Hypertoniegrenze dementsprechend festgelegt. Von jeder Altersgruppe wurde der Mittelwert ($\bar{x}$) und die Standardabweichung (σ) errechnet.

Die aus diesen Werten angefertigten Graphiken ließen nicht immer eindeutige Tendenzen erkennen. Deshalb legten wir neue Tabellen und Kurven an, in denen Männer und Frauen sowie jeweils zwei 5-Jahresgruppen zu 10-Jahresgruppen zusammengefaßt wurden. Anschließend legten wir graphische Darstellungen an. In der Abszisse wurden die Altersgruppen aufgetragen, in der Ordinate der jeweilige kreislaufdynamische Parameter. Zu jeder Altersgruppe zeichneten wir den systolischen und diastolischen Blutdruck säulenförmig auf. Mit Hilfe der Interpolationen versuchten wir eine lineare Relation der verschiedenen Mittelwerte darzustellen.

IV. E R G E B N I S S E

1. Der Blutdruck

Die Durchschnittswerte des s y s t o l i s c h e n Blutdrucks schwanken bei den männlichen Hypertonikern zwischen 157 mmHg in der Altersgruppe der 20-24-jährigen und 195 mmHg in der Altersgruppe der 70-74-jährigen. Die Tendenz ist leicht steigend. Dagegen lagen bei den Frauen die Mittelwerte im Alter höher, nämlich zwischen 148 mmHg bei den 25-29-jährigen und 206 mmHg bei den 60-74-jährigen. Der Anstieg im Alter wird deutlicher in der Zusammenfassung. Den niedrigsten Durchschnittswert errechneten wir mit 156 mmHg für die Altersgruppe der 20-29-jährigen Hypertoniker, den höchsten mit 199 mmHg für die 70-74-jährigen Hypertoniker.

Der niedrigste Durchschnittswert des d i a s t o - l i s c h e n Blutdrucks betrug 84 mmHg bei den männlichen Hypertonikern in der Altersgruppe der 25-29-jährigen, dann stieg er an, und erreichte seinen höchsten Wert mit 129 mmHg in der Altersgruppe der 35-39-jährigen, und fiel bis zur letzten Altersgruppe leicht ab. Ähnlich verhalten sich die Durchschnittswerte bei den weiblichen Hypertonikern, bei denen die 25-29-jährigen den niedrigsten Wert mit 82 mmHg und die 45-49-jährigen mit 117 mmHg den höchsten Wert aufweisen. In der Zusammenfassung kommt der sich oben abzeichnende Trend noch deutlicher zum Ausdruck: Ein Ansteigen von 87 mmHg bei den 20-29-jährigen auf 112 mmHg im 5. Dezennium, dann wieder ein Abfall auf 99 mmHg.

Der M i t t l e r e Blutdruck ist am niedrigsten in der Altersgruppe der 25-29-jährigen mit 114,4 mmHg, am höchsten in der Altersgruppe der 35-39-jährigen mit 159,0 mmHg. Wir sehen bei den jüngeren Männern eine Zunahme bei den älteren Männern ein Sinken des mittleren Blutdrucks. Bei den Frauen dagegen vergrößert er sich mit zunehmendem Alter. Wir errechneten den niedrigsten Mittelwert mit 110,9 mmHg für die 25-29-jährigen, den höchsten mit 151,9 mmHg für die 65-69-jährigen. In der Zusammenfassung ist die Tendenz gleichbleibend. Der niedrigste Mitteldruck findet sich im 3. Dezennium, mit 116,1 mmHg, der höchste bereits im 4. Dezennium mit 158,1 mmHg.

Jahre	n	x	$\pm \sigma$
20 - 24	5	157	4,1
25 - 29	6	156	4,3
30 - 34	6	174	16,4
35 - 39	4	199	27,6
40 - 44	15	191	9,0
45 - 49	17	186	8,1
50 - 54	19	183	7,4
55 - 59	23	186	4,8
60 - 64	20	194	5,0
65 - 69	18	187	5,1
70 - 74	10	195	9,0
75 - 79	4	191	7,2

Tab.1: Systolischer Blutdruck der männlichen Hypertoniker

Jahre	n	x	$\pm \sigma$
20 - 24	5	162	1,9
25 - 29	4	148	7,4
30 - 34	1	180	-
35 - 39	7	165	9,3
40 - 44	17	184	8,1
45 - 49	20	200	8,8
50 - 54	27	196	5,8
55 - 59	31	191	5,1
60 - 64	19	206	8,4
65 - 69	10	206	4,0
70 - 74	10	206	5,6

Tab.2: Systolischer Blutdruck der weiblichen Hypertoniker

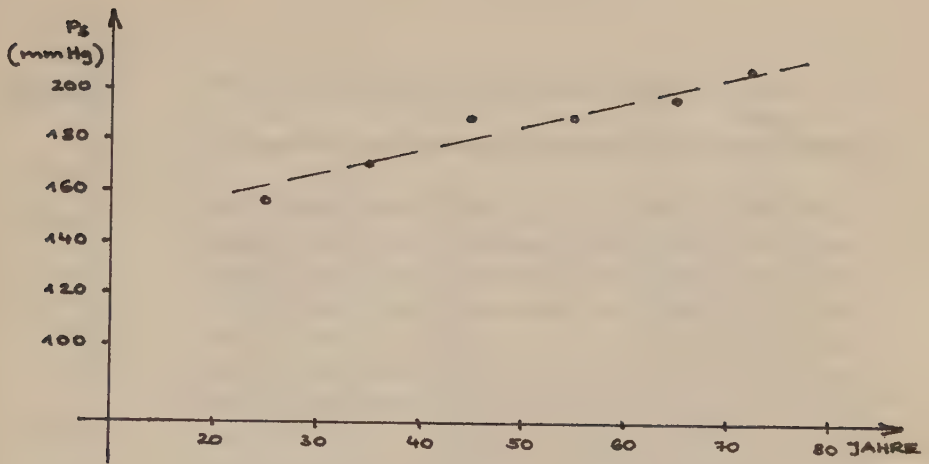


Abb.1: Systolischer Blutdruck des Kollektives

Jahre	n	m
20 - 29	20	156
30 - 39	18	171
40 - 49	69	189
50 - 59	100	189
60 - 69	67	197
70 - 79	24	199

Tab.3: Systolischer Blutdruck des Kollektives

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	88	4,6
25 - 29	6	84	7,1
30 - 34	6	97	8,5
35 - 39	4	129	20,4
40 - 44	15	116	6,7
45 - 49	17	109	5,0
50 - 54	19	110	6,5
55 - 59	23	107	2,9
60 - 64	20	108	3,7
65 - 69	18	107	4,3
70 - 74	10	104	4,0
75 - 79	4	93	5,4

Tab.4: Diastolischer Blutdruck der männlichen Hypertoniker

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	92	10,0
25 - 29	4	82	7,4
30 - 34	1	110	-
35 - 39	7	100	6,3
40 - 44	17	108	3,9
45 - 49	20	117	4,5
50 - 54	27	111	3,1
55 - 59	31	106	3,0
60 - 64	19	106	4,0
65 - 69	10	106	4,0
70 - 74	10	97	4,7

Tab.5: Diastolischer Blutdruck der weiblichen Hypertoniker

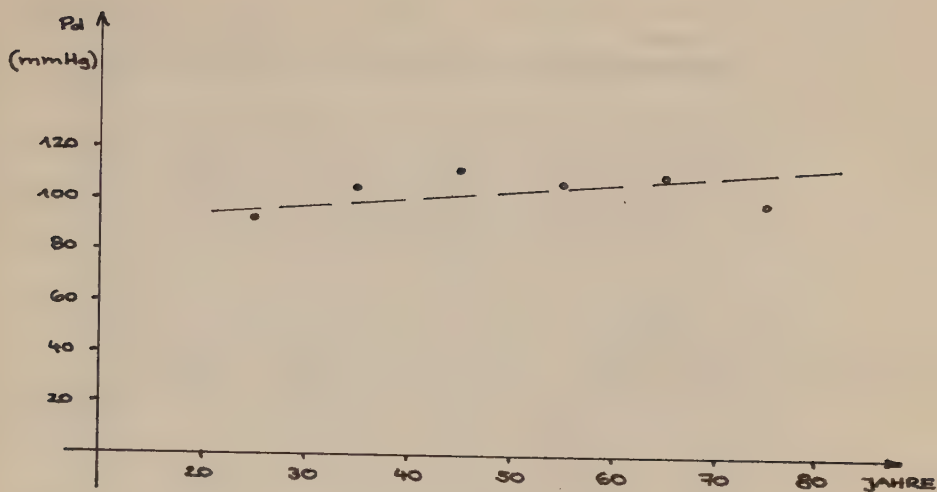


Abb.2: Diastolischer Blutdruck des Kollektives

Jahre	n	m
20 - 29	20	87
30 - 39	18	106
40 - 49	69	112
50 - 59	100	108
60 - 69	67	110
70 - 79	24	99

Tab.6: Diastolischer Blutdruck des Kollektives

Jahre	n	x	$\pm \sigma$
20 - 24	5	117,6	4,0
25 - 29	4	114,4	6,5
30 - 34	6	130,4	11,3
35 - 39	4	159,0	23,4
40 - 44	14	148,5	8,0
45 - 49	17	141,5	5,6
50 - 54	19	141,5	5,4
55 - 59	21	139,4	3,4
60 - 64	19	147,0	3,1
65 - 69	16	143,7	3,6
70 - 74	8	134,2	4,4
75 - 79	4	135,4	4,2

Tab.7: Mittlerer Blutdruck der männlichen Hypertoniker

Jahre	n	x	$\pm \sigma$
20 - 24	5	122,3	13,4
25 - 29	4	110,9	6,9
30 - 34	1	140,1	-
35 - 39	6	132,6	8,3
40 - 44	15	140,0	5,7
45 - 49	18	150,7	6,1
50 - 54	23	148,5	4,2
55 - 59	27	142,0	4,0
60 - 64	14	146,4	5,6
65 - 69	7	151,9	3,2
70 - 74	7	138,1	3,9

Tab.8: Mittlerer Blutdruck der weiblichen Hypertoniker

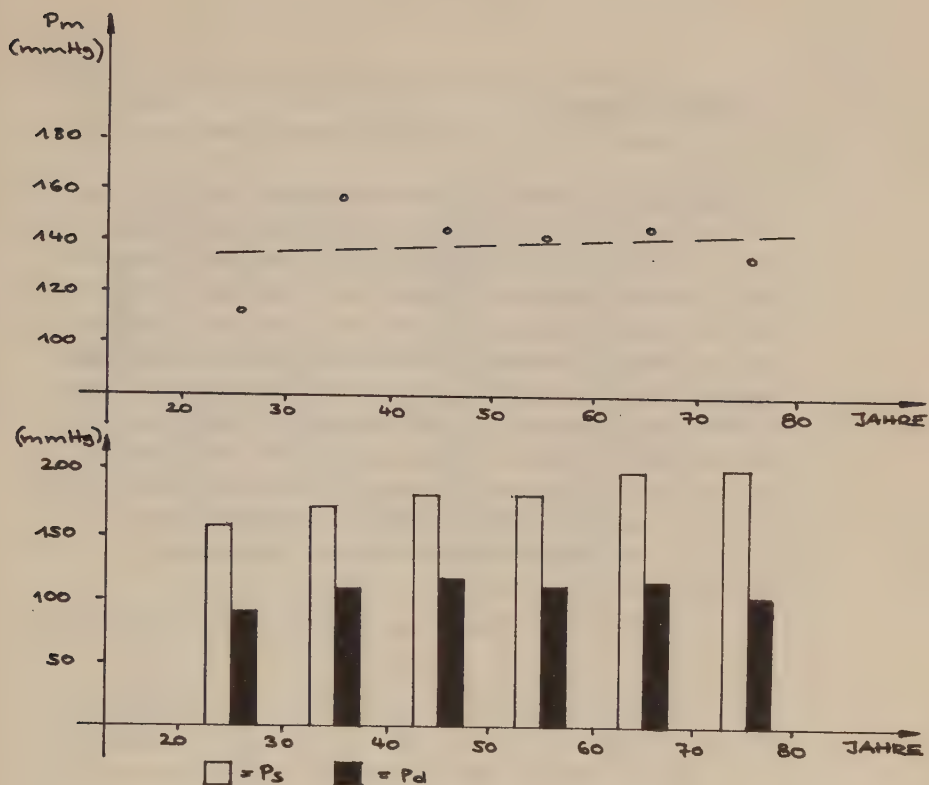


Abb. 3: Mittlerer Blutdruck des Kollektives

Jahre	n	m
20 - 29	18	116,1
30 - 39	14	158,1
40 - 49	64	145,3
50 - 59	90	142,8
60 - 69	56	146,5
70 - 79	19	135,9

Tab. 9: Mittlerer Blutdruck des Kollektives

2. Schlagvolumen

Bei den Männern fand sich das niedrigste S c h l a g -
volumen in der Altersgruppe der 20-24-Jährigen mit
76,8 ccm, der höchste Wert im Alter von 75-79 Jahren
mit 171,6 ccm. Ein Anstieg der Werte mit dem Alter
ist erkennbar. Auch bei den Frauen zeigen die ermit-
telten Werte ein Anwachsen, wobei das kleinste Schlag-
volumen 69,0 ccm im Alter von 30-34 Jahren betrug, das
größte 167,8 ccm bei den 70-74-Jährigen. Wie zu er-
warten sehen wir in der Zusammenfassung einen deut-
lichen Anstieg der Schlagvolumina. Den niedrigsten
Wert, 84,1 ccm, wies die Altersgruppe der 30-39-
Jährigen, den größten Wert, 156,0 ccm, die Gruppe
der 70-79-Jährigen auf.

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	76,8	5,9
25 - 29	5	93,4	6,7
30 - 34	6	88,0	3,1
35 - 39	4	77,8	19,1
40 - 44	13	104,2	9,7
45 - 49	17	110,8	8,2
50 - 54	18	100,3	0,9
55 - 59	21	105,2	7,2
60 - 64	18	128,6	18,4
65 - 69	16	95,8	9,8
70 - 74	8	125,4	12,8
75 - 79	4	171,6	21,1

Tab.10: Schlagvolumen der männlichen Hypertoniker

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	98,7	11,0
25 - 29	3	107,6	14,1
30 - 34	1	69,0	-
35 - 39	4	88,3	9,9
40 - 44	15	116,5	18,0
45 - 49	18	96,8	8,1
50 - 54	23	113,5	9,4
55 - 59	28	125,3	10,5
60 - 64	14	161,1	16,9
65 - 69	7	140,2	12,8
70 - 74	7	167,8	18,4

Tab.11: Schlagvolumen der weiblichen Hypertoniker

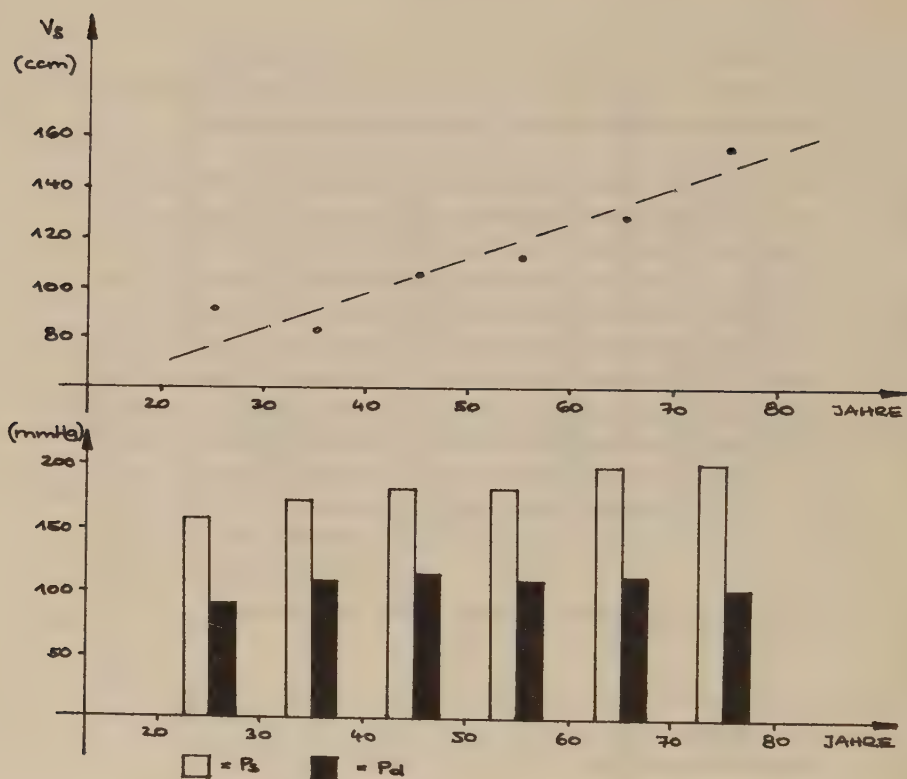


Abb.4: Schlagvolumen des Kollektives

Jahre	n	m
20 - 29	18	92,6
30 - 39	15	84,1
40 - 49	63	106,8
50 - 59	90	112,6
60 - 69	55	128,8
70 - 79	19	156,0

Tab.12: Schlagvolumen des Kollektives

3. Herzarbeit und Herzleistung

Die H e r z a r b e i t stieg bei den männlichen Patienten von 16 596 mkg in der Altersgruppe 20-24 Jahre bis zu 44 670 mkg in der Altersgruppe 75-79 Jahre. Gleichermäßen vergrößerte sich die Herzarbeit bei den weiblichen Patienten. Der niedrigste Wert lag mit 17 650 mkg in der Altersgruppe 30-34 Jahre, der höchste Wert mit 43 805 mkg in der Altersgruppe 70-74 Jahre. Verständlicherweise kommt nun der Anstieg der Herzarbeit mit zunehmendem Alter in der Zusammenfassung noch mehr zum Ausdruck. Im 3. Dezennium betrug die Herzarbeit 24 159 mkg, im 6. Dezennium 38 643 mkg. Ebenso wie die Herzarbeit steigt auch die H e r z - l e i s t u n g an. Der kleinste Wert, 25 020 mkg/sec, fand sich bei den 20-24-jährigen Männern, der größte Wert, 41 850 mkg/sec, bei den 75-79-jährigen Männern. Auch bei den Frauen ergibt sich ein Anstieg. Am niedrigsten war die Herzleistung bei den 30-34-jährigen mit 19 180 mkg/sec, am größten bei den 65-69-jährigen mit 51 817 mkg/sec. Entsprechend nimmt auch die Herzleistung in der Zusammenfassung zu: von 27 734 mkg/sec im 3. Dezennium bis zu 41 250 mkg/sec im 8. Dezennium.

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	16 596	1 660
25 - 29	4	19 195	1 536
30 - 34	4	19 710	3 020
35 - 39	3	20 803	4 190
40 - 44	11	29 233	4 060
45 - 49	13	28 140	2 780
50 - 54	17	30 600	4 300
55 - 59	17	26 464	2 590
60 - 64	10	31 325	2 690
65 - 69	11	23 821	3 430
70 - 74	5	28 724	5 980
75 - 79	3	44 670	7 680

Tab.13: Herzarbeit der männlichen Hypertoniker

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	21 792	2 890
25 - 29	2	19 050	1 550
30 - 34	1	17 650	-
35 - 39	3	23 516	2 360
40 - 44	10	26 349	4 020
45 - 49	14	24 634	2 324
50 - 54	19	33 390	3 250
55 - 59	22	30 675	2 300
60 - 64	13	40 110	494
65 - 69	4	35 350	4 120
70 - 74	6	43 805	5 430

Tab.14: Herzarbeit der weiblichen Hypertoniker

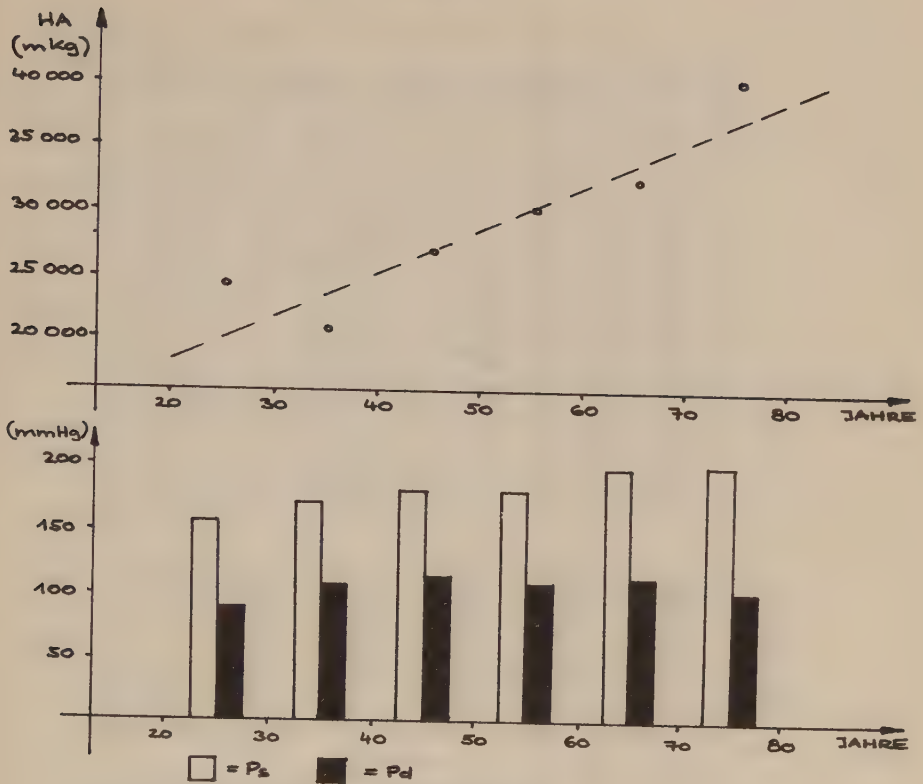


Abb.5: Herzarbeit des Kollektives

Jahre	n	m
20 - 29	16	24 159
30 - 39	11	20 863
40 - 49	48	27 040
50 - 59	75	30 213
60 - 69	38	32 586
70 - 79	14	38 643

Tab.15: Herzarbeit des Kollektives

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	25 020	3 940
25 - 29	5	29 968	4 520
30 - 34	6	26 163	2 690
35 - 39	3	26 017	2 130
40 - 44	13	35 500	5 420
45 - 49	16	37 463	3 920
50 - 54	18	29 898	3 090
55 - 59	21	33 490	2 250
60 - 64	15	34 523	2 210
65 - 69	13	31 231	2 260
70 - 74	8	33 144	5 870
75 - 79	4	41 850	8 290

Tab.16: Herzleistung der männlichen Hypertoniker

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	26 996	5 020
25 - 29	3	29 766	4 380
30 - 34	1	19 180	-
35 - 39	4	38 062	4 250
40 - 44	13	35 381	4 660
45 - 49	17	33 861	2 860
50 - 54	22	41 500	4 270
55 - 59	27	42 610	3 360
60 - 64	13	43 860	356
65 - 69	6	51 817	4 030
70 - 74	7	50 171	5 740

Tab.17: Herzleistung der weiblichen Hypertoniker

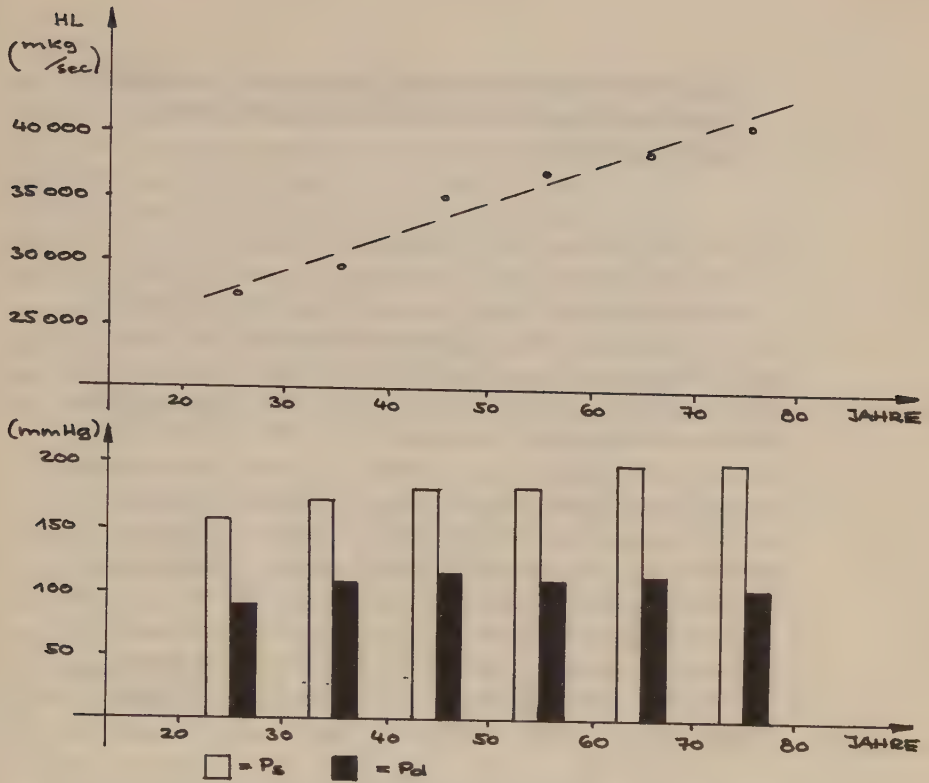


Abb.6: Herzleistung des Kollektives

Jahre	n	m
20 - 29	18	27 734
30 - 39	13	29 790
40 - 49	59	35 538
50 - 59	88	37 556
60 - 69	47	38 404
70 - 79	19	41 250

Tab.18: Herzleistung des Kollektives

4. Peripherer Gesamtwiderstand W, Elastischer Widerstand E', Dämpfungsfaktor E'/W, Pulswellengeschwindigkeit a

Bei den männlichen Hypertonikern ist der Periphere Gesamtwiderstand mit 1005 am kleinsten in der Altersgruppe 75-79 Jahre, am größten mit 2 176 in der Altersgruppe 35-39 Jahre. Nach anfänglichem Anstieg fallen die Widerstände mit zunehmendem Alter ab. Bei den weiblichen Hypertonikern war der niedrigste Widerstand mit 1 013 in der Altersgruppe 70-74 Jahre, der höchste, 2 500 in der Altersgruppe 30-34 Jahre zu finden. Auch hier ist im jüngeren Alter ein Ansteigen und im späteren Alter ein Abnehmen des peripheren Widerstandes zu verzeichnen. In der Zusammenfassung wird nun ein Kleinerwerden des Widerstandes mit fortschreitendem Alter erkennbar. Der kleinste Widerstand betrug bei den 70-79-Jährigen 1 260, der größte Widerstand bei den 30-39-Jährigen 1 791.

Auch die Werte des Elastischen Widerstands zeigen eine fallende Tendenz mit zunehmendem Lebensalter. Bei den männlichen Patienten errechneten wir den kleinsten Durchschnittswert für die Altersgruppe der 75-79-Jährigen mit 1 961. Bei den Frauen lag der kleinste Wert mit 1328 in der Altersgruppe 70-74 Jahre, der größte Wert mit 1 880 in der Altersgruppe 30-34 Jahre. Bei der Zusammenfassung fand sich der kleinste Elastische Widerstand mit 1 315 im 8. Dezennium, der größte Wert im 4. Dezennium mit 1 941.

Der D ä m p f u n g s f a k t o r E'/W ändert sich in den verschiedenen Altersstufen nicht wesentlich. Der kleinste Wert, 0,84, ergab sich bei den 35-39-jährigen männlichen Patienten, der größte Wert, 1,67, bei den 25-29-jährigen. Bei den Frauen fanden wir den kleinsten Dämpfungsfaktor, 0,75, in der Altersgruppe der 30-34-jährigen, den höchsten Wert, 1,48, in der Altersgruppe der 70-74-jährigen. In der Zusammenfassung lag der niedrigste Wert, 1,04, in der Altersgruppe 40-49 Jahre, der höchste Wert, 1,38, bei den 20-29-jährigen.

Die P u l s w e l l e n g e s c h w i n d i g -
k e i t steigt im Alter deutlich an. Bei den männlichen Hypertonikern fand sich die kleinste Pulswellengeschwindigkeit, 656 m/sec für das Alter von 25 - 29 Jahren, die größte, 1 114 m/sec, für das Alter von 65-69 Jahren. Der kleinste Wert bei den Frauen, 620 m/sec, lag in der Altersgruppe 20-24 Jahre, der größte, 1 127 m/sec, in der Altersgruppe 65-69 Jahre. In der Zusammenfassung war der kleinste Wert, 654 m/sec, bei den 20-29-jährigen, der größte Wert, 1 055 m/sec, bei den 60-69-jährigen zu finden.

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	1 426	166
25 - 29	5	1 226	227
30 - 34	6	1 748	364
35 - 39	4	2 176	744
40 - 44	13	1 797	200
45 - 49	17	1 507	148
50 - 54	18	1 787	147
55 - 59	21	1 530	133
60 - 64	18	1 431	153
65 - 69	16	1 458	162
70 - 74	8	1 604	228
75 - 79	4	1 005	115

Tab.19: Peripherer Gesamtwiderstand der männlichen Hypertoniker

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	1 451	242
25 - 29	3	1 116	134
30 - 34	1	2 500	-
35 - 39	4	1 294	227
40 - 44	15	1 387	124
45 - 49	18	1 840	166
50 - 54	23	1 474	132
55 - 59	28	1 262	68
60 - 64	14	1 218	129
65 - 69	7	1 045	136
70 - 74	7	1 013	144

Tab.20: Peripherer Gesamtwiderstand der weiblichen Hypertoniker

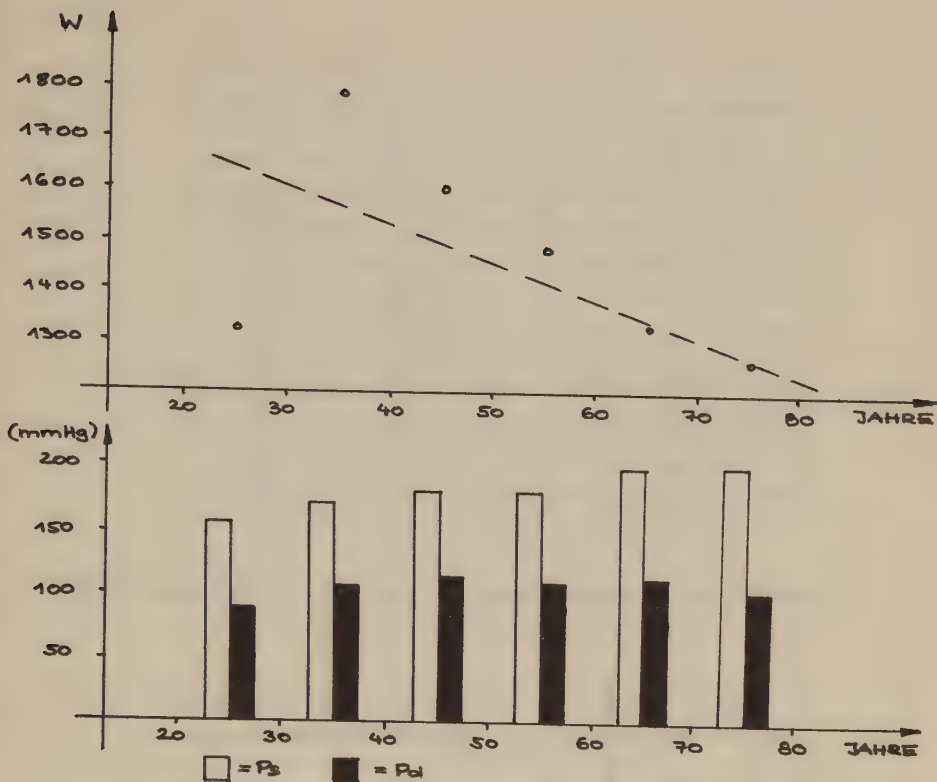


Abb.7: Peripherer Gesamtwiderstand des Kollektives

Jahre	n	m
20 - 29	18	1 326
30 - 39	15	1 791
40 - 49	63	1 601
50 - 59	90	1 483
60 - 69	55	1 335
70 - 79	19	1 260

Tab.21: Peripherer Gesamtwiderstand des Kollektives

Jahre	n	x	$\pm \sigma$
20 - 24	5	1 920	156
25 - 29	5	1 705	165
30 - 34	6	1 781	277
35 - 39	4	1 961	850
40 - 44	13	1 490	103
45 - 49	17	1 400	100
50 - 54	18	1 505	137
55 - 59	21	1 530	70
60 - 64	18	1 439	122
65 - 69	16	1 592	133
70 - 74	8	1 396	93
75 - 79	4	1 133	151

Tab.22: Elastischer Widerstand der männlichen Hypertoniker

Jahre	n	x	$\pm \sigma$
20 - 24	5	1 484	242
25 - 29	3	1 367	89
30 - 34	1	1 880	-
35 - 39	4	1 803	274
40 - 44	15	1 365	124
45 - 49	18	1 849	158
50 - 54	23	1 683	110
55 - 59	28	1 544	96
60 - 64	14	1 355	92
65 - 69	7	1 441	143
70 - 74	7	1 328	122

Tab.23: Elastischer Widerstand der weiblichen Hypertoniker

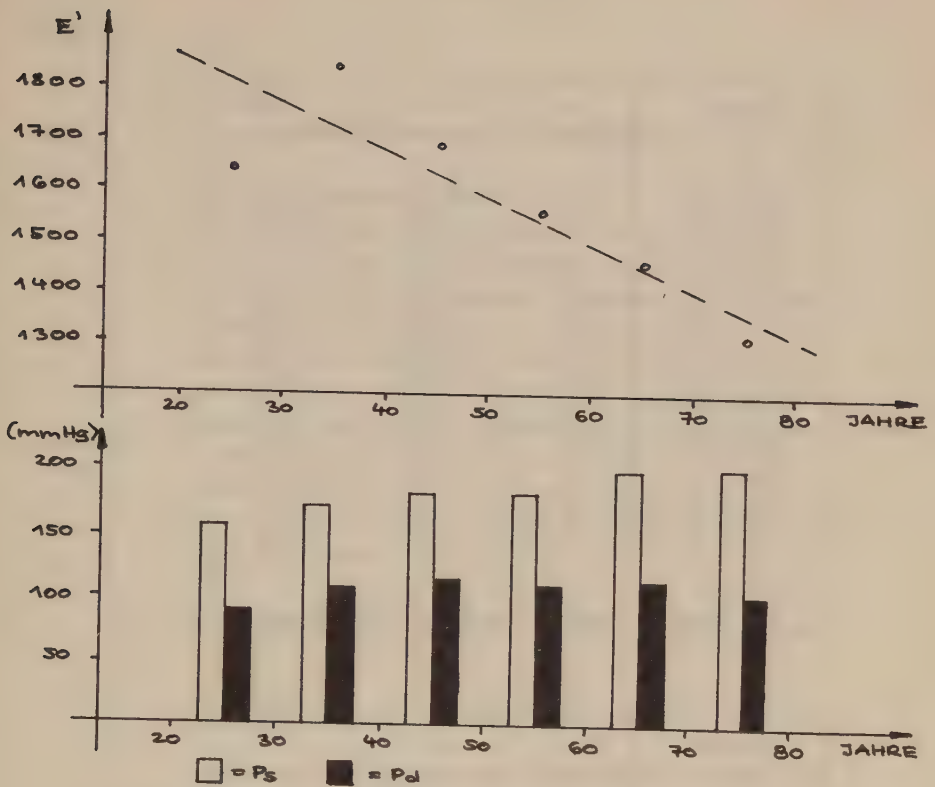


Abb.8: Elastischer Widerstand des Kollektives

Jahre	n	m
20 - 29	18	1 647
30 - 39	15	1 841
40 - 49	63	1 697
50 - 59	90	1 566
60 - 69	55	1 462
70 - 79	19	1 315

Tab.24: Elastischer Widerstand des Kollektives

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	1,42	0,16
25 - 29	5	1,67	0,41
30 - 34	6	1,19	0,11
35 - 39	4	0,84	0,10
40 - 44	13	0,92	0,09
45 - 49	17	1,08	0,13
50 - 54	18	0,89	0,07
55 - 59	21	1,10	0,08
60 - 64	18	1,11	0,09
65 - 69	16	1,25	0,17
70 - 74	8	1,00	0,15
75 - 79	4	1,12	0,09

Tab.25: Dämpfungsfaktor der männlichen Hypertoniker

Jahre	n	x	$\pm G$
20 - 24	5	1,09	0,17
25 - 29	3	1,24	0,09
30 - 34	1	0,75	-
35 - 39	4	1,46	0,22
40 - 44	15	1,07	0,12
45 - 49	18	1,08	0,06
50 - 54	23	1,18	0,06
55 - 59	28	1,24	0,07
60 - 64	14	1,19	0,12
65 - 69	7	1,41	0,09
70 - 74	7	1,48	0,27

Tab.26: Dämpfungsfaktor der weiblichen Hypertoniker

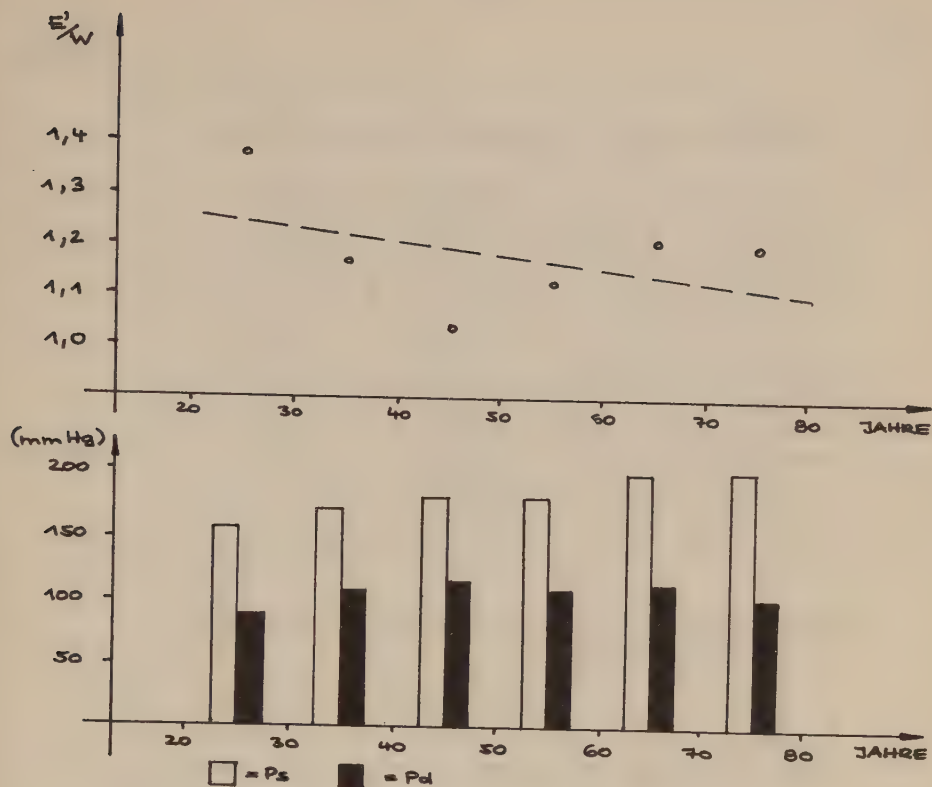


Abb.9: Dämpfungsfaktor des Kollektives

Jahre	n	m
20 - 29	18	1,38
30 - 39	14	1,17
40 - 49	63	1,04
50 - 59	90	1,13
60 - 69	55	1,21
70 - 79	19	1,20

Tab.27: Dämpfungsfaktor des Kollektives

Jahre	n	x	$\pm$ G
20 - 24	5	681	16,0
25 - 29	5	656	27,3
30 - 34	6	776	108,4
35 - 39	4	985	292,0
40 - 44	13	802	33,7
45 - 49	17	846	35,8
50 - 54	18	917	64,8
55 - 59	21	1 005	42,3
60 - 64	18	1 040	58,1
65 - 69	16	1 114	98,2
70 - 74	8	1 030	66,3
75 - 79	4	1 011	170

Tab.28: Pulswellengeschwindigkeit der männlichen Hypertoniker

Jahre	n	x	$\pm$
20 - 24	5	620	66,2
25 - 29	3	668	37,7
30 - 34	1	820	-
35 - 39	4	819	91,3
40 - 44	15	849	59,2
45 - 49	18	1 090	78,6
50 - 54	23	1 038	65,1
55 - 59	27	989	145,7
60 - 64	14	971	43,7
65 - 69	7	1 127	72,9
70 - 74	7	970	137,5

Tab.29: Pulswellengeschwindigkeit der weiblichen Hypertoniker

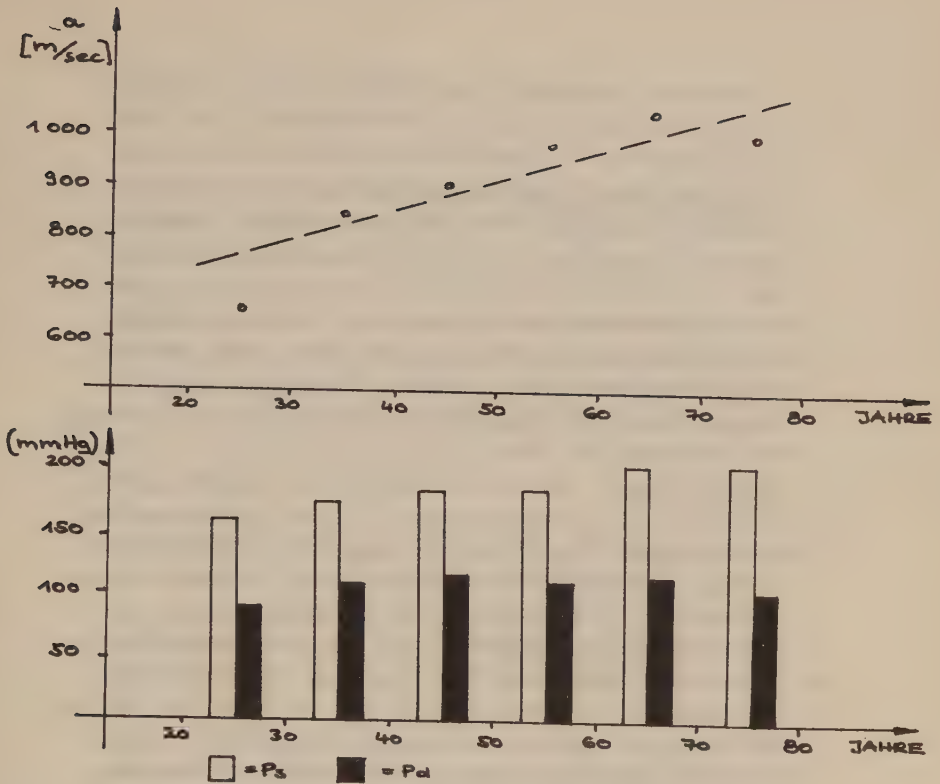


Abb.10: Pulswellengeschwindigkeit des Kollektives

Jahre	n	m
20 - 29	18	654
30 - 39	14	848
40 - 49	63	907
50 - 59	89	990
60 - 69	55	1 055
70 - 79	19	1 004

Tab.30: Pulswellengeschwindigkeit des Kollektives

V. D I S K U S S I O N

Mittlerer Blutdruck: Während bei Normotonikern der mittlere Blutdruck mit dem Alter ansteigt (2,24,26), können wir dies für die Hypertoniker nicht feststellen. Die Mitteldruckwerte unserer Patienten weichen in den verschiedenen Altersstufen nicht wesentlich voneinander ab. Die Extremwerte, 116,1 mmHg und 158,1 mmHg, liegen in dem von HERKEL, NÜRMBERGER und PAPAGEORIOU (10) angegebenen Bereich von 98-170,5 mmHg.

Schlagvolumen: Die Angaben über das Schlagvolumen bei Gesunden und seinem Verhalten im Lauf des Lebens sind nicht einheitlich. Schon die angegebenen Mittelwerte schwanken zwischen 50 und 84 ccm (23,12,13,16). Manche Autoren (2,7) sprechen von einem Kleinerwerden des Schlagvolumens, WEZLER (24,28) von einem Größerwerden bis zum 50. Lebensjahr und einem anschließenden Sinken. Ebenso sind die Aussagen über die Größe des Schlagvolumens bei Hypertonikern unterschiedlich (1,5,18). Unsere errechneten Werte von 84,1 bis 156,0 ccm stimmen mit denen von EMMRICH, KLEPZIG und REINDELL (9) von 75,6 bis 154,0 ccm weitgehend überein. Die durchschnittlichen Schlagvolumina unserer Patienten lassen einen deutlichen Anstieg mit zunehmendem Alter erkennen. Dieser Vorgang könnte nach REICHEL (19) dadurch erklärt werden, daß bei den von uns untersuchten Hypertonikern die Frequenz abnimmt.

Herzarbeit: Die Mittelwerte für die Herzarbeit liegen bei SCHÜTZ und WEZLER (24) um 1 000 cm x g. Nach WEZLER (24,26), LUEKEN (15) und BÜRGER (7) wird die Herzarbeit mit zunehmendem Alter größer. Das gleiche

Ergebnis finden wir bei der Hypertonie. Allerdings sind hier die Werte 2-4 mal so hoch wie bei den Gesunden. Diese Tatsache wird dadurch verständlich, daß sowohl Schlagvolumen als auch Mitteldruck bei unserem Patientenkollektiv größer sind als bei Normotonikern.

Herzleistung: Da die Herzleistung Herzarbeit pro Zeiteinheit ist, nimmt sie entsprechend der Herzarbeit mit dem Alter zu: Wir finden bei den Hypertonikern Werte zwischen 27 734 cm x g/sec und 41 250 cm x g/sec. Diese liegen erheblich über denen der gesunden Personen (SCHÜTZ 21, WEZLER 27).

Peripherer Widerstand: Die in der Literatur gefundenen Mittelwerte für den Peripheren Widerstand liegen in der Größenordnung von 700 dyn x sec/cm⁵ (11) und 1 800 dyn x sec/cm⁵ (25). WEZLER (25,26,) spricht von einem stetigen Anstieg des Peripheren Widerstandes vom 20. - 70. Lebensjahr. Wir stellen jedoch fest, daß bei den von uns untersuchten Hypertonikern der periphere Widerstand im Lauf des Lebens abnimmt. Im Gegensatz zu WEZLER und BÖGER (6), die eine Schwankungsbreite für Hypertoniker von 1 140 - 2 740 angeben, liegen unsere Werte zwischen 1 260 und 1 791. Allerdings nennen EMMRICH, REINDELL und KLEPZIG (20, 9) noch niedrigere Zahlen mit 286 - 1 330.

Elastischer Widerstand: Die Normalwerte des Elastischen Widerstands (11,25) stimmen mit denen des Peripheren Widerstands überein. Auch über einen Altersanstieg des Elastischen Widerstands sind sich die Autoren (24,25, 29,7,23) einig. Bei den Hypertonikern sehen wir aber wieder eine Verminderung des Elastischen Widerstands mit

zunehmendem Alter. Da nach WEZLER (27) eine analoge Beziehung zwischen Diastolischem Blutdruck und E' besteht, kann man mit der oben beschriebenen Abnahme des diastolischen Blutdrucks im Alter bei unserem Patientenkollektiv das Kleinerwerden des Elastischen Widerstands ableiten. Die von uns errechneten Zahlen für den Elastischen Widerstand (1 315 - 1 841) sind durchwegs größer als die in der Literatur (9,25) beschrieben (638 - 1 368).

Dämpfungsfaktor $E' - / W$: Der Mittelwert des Dämpfungsfaktors für den Normotoniker ergibt bei LINKE (11) und WEZLER (25) 1. Für Hypertoniker wird ein Größenbereich von unter 1 und über 2 (6,20,9) angegeben. Unsere Werte liegen mit 1,04 bis 1,38 in diesem Bereich. Eine Altersabhängigkeit des Dämpfungsfaktors finden wir nicht.

Pulswellengeschwindigkeit: Übereinstimmend wird erklärt, daß die Pulswellengeschwindigkeit bei Gesunden mit zunehmendem Lebensalter ansteigt (9,24,7,14). Das gleiche können wir bei den von uns untersuchten Hypertonikern feststellen. Der Normalwert beträgt 4 - 7,15 m/sec (24,11,13,14). Im Alter steigt die Pulswellengeschwindigkeit bis zu 9,8 m/sec an (14). So betrachtet sind unsere bei Hypertonikern gefundenen Pulswellengeschwindigkeiten, 6,54 - 10,04, nicht bedeutend höher. Auch WEZLER (25) gibt für Hypertoniker Werte von 10,1 - 10,72 an.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Bei 298 Hypertonikern wurde die Kreislaufdynamik nach BROEMSER-RANKE gemessen und in Abhängigkeit vom Lebensalter untersucht. Die Untersuchungen haben folgendes ergeben:

1. Der mittlere Blutdruck zeigt im Verlauf des Lebens eine nahezu gleichbleibende Tendenz.
2. Das Schlagvolumen wird mit dem Alter deutlich größer.
3. Die Herzarbeit und die Herzleistung nehmen ebenfalls im Alter zu.
4. Der Periphere Gesamtwiderstand und der Elastische Widerstand werden im Verlauf des Lebens kleiner.
5. Der Dämpfungsfaktor E'/W zeigt im Verlauf des Lebens keine wesentliche Änderung.
6. Die Pulswellengeschwindigkeit steigt mit zunehmendem Alter an.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. BAUEREISEN, E. "Herz", Lehrbuch der Physiologie, 71-99, Stuttgart (1967), Hrsg. Keidel, W.D.
2. BLUMBERGER, K.J. "Die Dynamik des Herzens, ihre Anwendung als Herzleistungsprüfung", Erg.d.I.Med.u.Kinderheilk., Bd.62, 424 (1942)
3. BLUMBERGER, K.J. "Was sagt das Größenverhältnis Austreibungszeit/Anspannungszeit über die Arbeit des Herzens aus?" Klin.Wschr.27, 681-685 (1941)
4. BLUMBERGER, K.J. "Hypertonie", Innere Medizin in Praxis und Klinik, Stuttgart (1957)
5. BLUMBERGER, K.J. "Die Dynamik des Herzens bei der Hypertonie", Med.Klin.,37,Heft 5, 101-105 (1941)
6. BÖGER, A., WEZLER, K. "Die Einteilung der verschiedenen Hochdruckformen nach kreislaufmechanischen Gesichtspunkten", Klin.Wschr. 12,401-405 (1939)
7. BÜRGER, M. "Die dynamischen Altersveränderungen", Altern und Krankheit, 196-208, Leipzig (1957)
8. DEPPE, B.,
BIERHAUS, H. "Die Dynamik des menschlichen Kreislaufs während der Muskelarbeit und anschließender Erholungsphase", Arch.f.Kreislaufforschung,Bd. 2, 357 (1937/38)
9. EMMRICH, J.,
KLEPZIG, H.,
REINDELL, H. "Zur Frage der klinischen Bedeutung der Unterteilung des linken Ventrikels in Umformungszeit und Druckanstiegszeit", Arch.f.Kreislaufforschung 24, 6-7,177 (1956)
10. HERKEL, W.,
NÜRMBERGER, W.,
PAPAGEORGIOU, P.D. "Über die Dynamik des Kreislaufs bei verschiedenen Hochdruckformen", Z.f.Klin.Med. Bd.138, 578-591(1941)
11. LINKE, H. "Die physikalische Kreislaufanalyse" 1. Freiburger Kolloquium f. Kreislaufmessungen", 160-186, München-Gräfelfing (1959)

12. LANG, E. "Der Einfluß der Pulsfrequenz auf die Kontraktionsphasen des Herzens", Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 54, 479 (1965)
13. LUDWIG, H. "Kreislaufuntersuchungen an Gesunden", Schweiz. Med. Wschr. 34, 794-797, (1935)
14. LUDWIG, H. "Die Pulswellengeschwindigkeit bei Gesunden und Kranken", Zeitschr. f. d. ges. experiment. Med. 99, 352-370 (1936)
15. LUEKEN, B. "Die Dynamik des einzelnen Herzschlags" Med. Welt, 36, 1289 (1936)
16. MARIANI, M. "Relievi Emodinamici nel Sogetto Normale", Cuore Circo, Loziane 31, 190-191 (1967)
17. MASTERS, M. et al. "The Normal Blood Pressure Range and its Clinical Implications", Journ. o. Am. Med. Ass., 143, 1464-1370 (1950)
18. MEINERS, S. "Meßmethode zur Analyse der Herz- und Kreislaufdynamik", 1. Freiburger Kolloquium f. Kreislaufmessungen, 84-98, München-Gräfelfing (1959)
19. REICHEL, H. "Zur Energetik der Herzinsuffizienz", Ärztl. Forsch. 4, 172-177 (1950)
20. REINDELL, H., KLEPZIG, H. "Untersuchungen über die Anspannungszeit und Austreibungszeit des Herzens bei Herzmuskelschädigung und bei unveränderter Kreislaufregulation", Zeitschr. f. Kreislaufforsch. 38, 129 (1949)
21. SCHMIDT, A., SAUTER, R. "Pathogenetischer Deutungsversuch gewisser Hypertonieformen auf Grund einer Anpassungsstörung", Helv. Med. Acta, 223 - 225 (1954)
22. SCHÜTZ, E. "Druck- und Volumenkurven des Herzens. Der Herzschall", Lehrbuch der Physiologie 281-296, Berlin (1958)
23. SUTER, F. "Na uyn-Schmiedeberg's ", Arch. f. Klin. Med. 198, 586, (1951)
24. WETTERER, E. "Bau und Funktion des Gefäßsystems", Lehrbuch der Physiologie, 100-139, Stuttgart (1967), Hrsg. Keidel, W.D.
25. WEZLER, K. "Altersanpassung im Kreislauf II, Das Altern im Gefäßsystem", Zeitschr. f. Alternsforsch. 4, 1-44 (1942)

26. WEZLER, K. "Die physiologische Altersinsuffizienz des Herzens", Verhandl. d.Dt.Ges.f.Kreislaufforsch.24, 74-103, (1958)
27. WEZLER, K. "Altersanpassung im Kreislauf I, Die Herzfunktion", Zeitschr.f. Alternsforsch. 3, 199-239 (1942)
28. WEZLER, K., BÖGER, A. "Wachstum und Altern im Kreislauf", Klin.Wschr.8, 257-260, (1936)
29. WOLLHEIM "Hypertonie", Handbuch d.Inn.Med. 9, 5
30. Documenta GEIGY, Basel 1960

Lebenslauf

Ich bin am 28.11.1943 in Würzburg geboren. Vom September 1949 bis Ostern 1954 besuchte ich die Volksschule in Lauda/Baden. Anschließend wechselte ich in das Matthias-Grünwald-Gymnasium in Tauberbischofsheim über. Ab Januar 1957 war ich im Realgymnasium für Mädchen in Bayreuth, wo ich Juli 1963 das Abitur bestand.

Im Wintersemester 1963/64 begann ich an der Universität Erlangen-Nürnberg das Medizinstudium, das ich im Juli 1970 mit dem Staatsexamen abschloß.

Vom 1.12.1970 bis 15.6.1971 war ich als Medizinalassistentin im Kreiskrankenhaus Ebermannstadt tätig. Vom 15.7.1971 bis 15.4.1972 arbeitete ich als Medizinalassistentin im Kreiskrankenhaus Tirschenreuth. Am 1.5.1972 begann ich mit der Facharztausbildung in Anästhesie im Städtischen Krankenhaus Amberg, die ich am 30.6.1973 aus privaten Gründen vorläufig beendete.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990